

复合材料数控刀具智能化管理研究

吴 涛

中国航空制造技术研究院复材中心, 北京 101300

[摘要]随着复合材料在各行各业的广泛应用,复合材料数控加工也成为复合材料制造流程中不可或缺的一环,对于复合材料机械加工企业来说,在数控加工过程尤其是现场生产中,刀具的正确选用、有效管理和合理使用可以直接影响产品的加工质量和使用效率,对中小型机械加工企业可以决定着企业的核心竞争力。复合材料数控加工刀具日趋多样化,这加大了复合材料加工刀具的管理难度,本文论证了在国内外航空制造业信息化和数字化的建设浪潮中,利用先进的科学管理方法提高数控刀具合理使用和有效管理,从而提高企业的生产效率和产品质量,加强企业的经济效益和核心竞争力的可行性,并根据企业中对复合材料数控刀具管理时出现的问题进行分析,针对性地建立一套复合材料数控刀具智能化管理系统方案。

[关键词]复合材料; 数控刀具; 有效管理

DOI: 10.33142/nsr.v2i2.16981

中图分类号: TH16

文献标识码: A

Research on Intelligent Management of CNC Cutting Tools for Composite Materials

WU Tao

Composite Center of AVIC Manufacturing Technology Research Institute, Beijing, 101300, China

Abstract: With the widespread application of composite materials in various industries, CNC machining of composite materials has become an indispensable part of the manufacturing process. For composite material machining enterprises, the correct selection, effective management, and reasonable use of cutting tools in the CNC machining process, especially in on-site production, can directly affect the processing quality and efficiency of products. For small and medium-sized machining enterprises, it can determine the core competitiveness of the enterprise. The increasing diversity of composite material CNC machining tools has increased the difficulty of managing composite material machining tools. This article demonstrates the feasibility of using advanced scientific management methods to improve the rational use and effective management of CNC tools in the construction wave of informationization and digitization in the aviation manufacturing industry at home and abroad, thereby improving the production efficiency and product quality of enterprises, strengthening their economic benefits and core competitiveness. Based on the analysis of the problems that arise in the management of composite material CNC tools in enterprises, a targeted intelligent management system solution for composite material CNC tools is established.

Keywords: composite materials; CNC tool; effective management

引言

随着机械制造技术以及复合材料技术的高速发展,复合材料制造对于数控加工的需求也愈发增多,数控刀具是数控加工的重要组成部分,在数控加工中,加工效率、尺寸精度与表面质量等都与刀具相关,合理有效地选择刀具、管理刀具以及使用刀具,可以快速提升产品质量、增加产品经济效益、降低企业经营成本。据刀具厂商山特维克公司统计,16%的计划作业停止的原因是缺乏刀具、30%~60%的刀具库存不在控制之中,机床操作人员10%的时间花费在查找刀具上,而随着数控加工技术和复合材料技术的快速更新迭代,复合材料数控刀具的形式、数量以及种类也不断更新。齿形复杂、功能不同、材料各异的复合材料数控刀具大量出现,这对复合材料数控刀具的管理成为了巨大的挑战,因此,在众多机械制造企业中,数控刀具管理单独作为一个重要的管理模块。

1 复合材料数控刀具智能化管理的必要性

数控刀具作为加工中心或数控机床的使用刀具,是数

控加工工艺流程中的核心要素,刀具技术的发展速度一定程度上代表了数控技术的发展速度,近年来,随着国内数字化水平的不断提高,复材产品的广泛应用,一定程度上推动了国内复合材料数控刀具(以下简称复材刀具)的发展来适应加工的需要。

在实际数控加工过程中,由于加工对象形状复杂,加工精度要求较高,结合对加工对象的适应性要求,所需要的数控刀具种类、数量增多,调用频繁,刀具的管理变得更加复杂^[1]。

碳纤维复合材料属于难加工材料,主要表现为硬度高、层间剪切强度低以及导热性差等^[2],而芳纶纸蜂窝复合材料产品,由于蜂窝芯材结构及材料的特殊性,致使蜂窝芯的加工工艺与常规材料存在较大的差别^[3],此类材质所使用的加工刀具要求更高,在数控加工中存在诸多难点这些原因导致了复材刀具相对与金属刀具更为昂贵,刀具成本已成为数控加工系统中不可忽视的成本因素,因此能否有效管理复材刀具成为影响复材机械制造企业成本的重

要因素之一。但因国内复材数控加工起步较晚，很多复材机械制造企业对于刀具管理重视度有待提高，仍采用较为传统的管理手段，随着跟国内复材机械制造企业数字化建设的发展，传统的刀具管理方式效率极低，难以匹配高效运行的数字化车间，在此背景下，复材刀具智能化管理成为规范化、降低管理成本的必然要求。

2 国内外数控刀具智能化管理研究背景

2.1 国外研究背景

自数控技术诞生以来，就提出了刀具管理的初步方案，自 20 世纪 90 年代起，国外开始了对于刀具管理系统的研究，随着时间的推移，刀具管理系统由对刀具的管理转为了对刀具寿命、刀具磨损及刀具追踪等方向的扩展研究，国内外的研究人员在研究过程中也发现了刀具管理与复材制造企业生产效益和生产效率制件的内在联系，这也引发了更多看科研人员对此方向进行更深入的研究。与此同时，不少较为成功的智能化管理系统和软件也早已投入使用，其中比较有代表性可以提供参考的有以下几个：

(1) 英国 CTMS 公司的计算机用刀具管理系统 (CYMS)

整个系统的作用可以概括为：

- ①改善刀具的发放时间及控制发放在外的刀具数量；
- ②不断更新刀具的库存信息；
- ③直接用刀具预调数据以调定刀具；
- ④提供刀具购置信息；
- ⑤提供刀具用途分析报告。

(2) 德国 Delkel 开发的 Tool Manager 计算机辅助刀具管理系统

适用于加工单元的刀具监视、跟踪管理。其软件功能包括：

- ①刀具的储备；
- ②刀架配备的优化；
- ③刀具装配安排；
- ④各种零件对刀具的需求；
- ⑤刀具寿命的规划。

2.2 国内研究背景

国内对于刀具智能化管理系统的起步较晚，在初期主要是对国外先进刀具管理系统的跟踪与研究，关注的重点也往往是某一方面，如刀具的使用寿命、刀具管理流程、刀具的选择使用等。

(1) 2003 年，大连冷冻机股份有限公司的张明伟、侯昌海等人从分析刀具的特殊性及规律性入手，分析验证了研究数控刀具智能化管理的必要性，着重关注了数控刀具管理系统的资源采集，内部关系结构以及各个模块功能的实现，描绘了对应用其构想的智能化刀具系统的美好展望。

(2) 在 2008 年，大连交通大学的贾焕英针对车间内刀具建立了基于数据库的刀具管理系统，对刀具管理系统的需

求分析、模块功能分析以及 UI 界面设计等方面进行了研究。

(3) 在 2023 年兰州技术职业技术学院的辛鹏创新设计了智能化刀具管理系统的方案，结合新型的物联网技术控制，实现了一机多控，有效减少了刀具损耗。

总体上讲，在刀具管理系统研究和开发的层次上，在国家制造业产业升级的时代背景下，已有本世纪初的临摹与研究逐步走向了研发与制造，绝大多数企业和科研院可根据企业的实际需求编制相应的刀具管理系统及软件，已由专注对数控刀具的管理，渐渐延伸到数控刀具的追踪、使用寿命及刀具磨损等多方面。

3 复合材料制造企业数控刀具管理现状

近年来，数字化转型的大潮逐渐席卷国内，复合材料制造企业越来越多地引进数控加工技术，而对于复合材料制造企业来讲，数控刀具管理是其陌生领域，对于数控技术以及数控刀具的发展适应程度不高，对其特点也不了解，导致在数控刀具的管理上存在了很大的问题。

复材数控加工时因材料规格、加工方式、加工角度等因素会采用不同种类的复材刀具进行生产，随着数控加工任务的增加，往往造成数控刀具种类日益增多，为刀具管理增加了难度。传统刀具管理方式是通过技术人员的工作经验，由操作者手工记录而进行的刀具选型、刀具选配以及维护的一项工作，刀具数量由自制表格统计，更改记录由刀具取用人员进行登记。刀具管理流程见图 1：

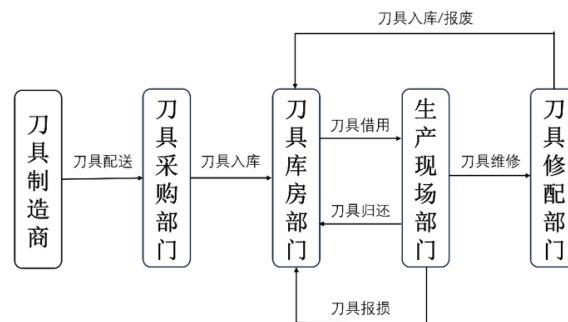


图 1 刀具管理流程

对于刀具使用量较大的企业来讲，这种传统刀具管理模式往往会衍生出以下问题：

①任务更换频繁，使用刀具无法固定，因此采购周期不固定，缺乏有效的刀具信息管理系统，无法监视刀具库存数量，不能预测并及时补充所需刀具。

②刀具种类繁多，普通刀具柜存储空间有限，大型刀具无法存储或使用多个存储格，从而导致刀具分散管理，操作人员根据刀具牌号查找刀具困难，查找时间长，刀具资源无法合理利用，出现了数控刀具闲置，无法发挥其应有的作用的现象。

③对于小型企业来说，为节约人工成本，不会安排专用人员进行刀具管理，刀具记录表往往由取用人员自行登记，容易出现忘记登记或登记错误等问题，造成记录数量

与实际数量不符的问题,无法有效地监测刀具的使用情况。

④复材数控刀具价格高昂,普通收纳柜安全性差,易磕碰易丢失,无有效的安全措施。

通过智能化刀具管理系统,能够科学有效地对刀具存放进行管理,不仅能够省时省力,还能够有效地提高效率。

4 复合材料数控刀具智能化管理方案

国内外的很多研究者早已注意到刀具管理现状所产生的这些问题,并开发了相应的刀具管理系统软件,尤其是近些年,随着数控加工技术的发展,刀具管理系统技术也得到了长足的发展。

21 世纪以来,世界各大刀具厂家都陆续推出了智能刀具柜,部分厂家导入了具有信息化、智能化的刀具管理系统,使其作为刀具管理软件的外设终端。

复合材料数控刀具智能化管理系统主要是为上文所阐述的几种常见管理问题,因此该系统应满足以下要求:

(1) 库存分析。建立库存分析功能,在刀具数量减少到预定值后自动报警,提醒管理人员及时采购,可以有效减少因刀具短缺影响生产进度的状况发生。

(2) 定制刀具收纳方式。各个企业可根据常用大型或异型刀具的尺寸或形状对收纳空间进行定制,对此类刀具进行有效管理。

(3) 增加自动记录功能。实现自动且有效的刀具借还、入库、报损,具备刀具使用情况、借还记录、入库、报损以及采购等信息的数据统计功能,及时了解刀具的库存及使用信息,在对现场生产所需刀具做出快速反应的同时,极大的减小库存,降低成本^[4]。

(4) 刀具安全性提升。具备系统设置与维护的相关功能,包括用户管理、权限管理、密码设定以及系统维护更新等,仅授权人员在被授权限内进行操作。

基于上文的研究分析,根据企业的刀具管理要求以及企业生产管理方式设计系统的整体结构模型如图 2 所示:

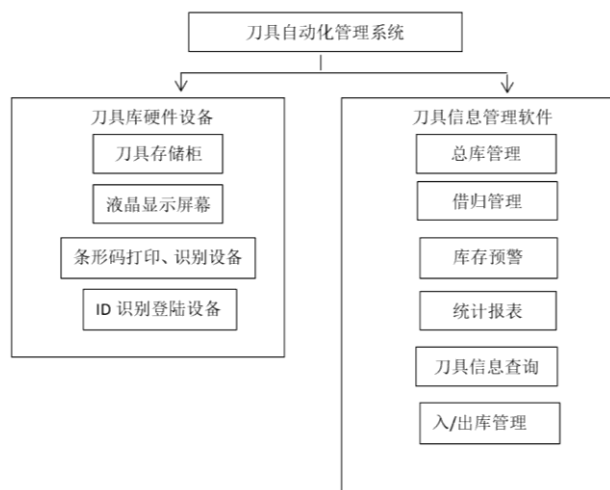


图2 智能刀具管理系统结构

通过上述方案设计,针对现有痛点进行重点解决:

刀具存储、领用、回收、查询一站解决;

根据管理权限控制物料领用;

以旧换新,智能分拣,准确管理;

自动缺料预警,自动采购预警;

24 小时无人值守,自助操作;

暂存未使用物料,杜绝物料浪费;

人脸识别,多元登录,领用监管;

基于员工、设备、工艺的工具领用管理;

相比于传统刀具管理方式,采用智能化刀具管理系统能够有效降低管理成本,提高员工效率,优化采购流程,减少紧急采购。

5 结语

在复材数控加工技术高速发展的今天,如何能有效降低刀具管理成本,提高生产效率,已成为大多数中小加工企业所面临的问题。数控刀具智能化管理需求能否得到满足也成为影响中小企业发展的重要因素之一。在本世纪数字化浪潮的席卷之下,复材刀具的智能化管理也应与时俱进,引进先进的数字化技术,通过一系列的 CAD/CAPP/CAM 的技术活动,建立起 PLM 刀具的开端,导出 EBOM、PBOM、CBOM 清单,结合订单、库存和现场刀具消耗,制定采购计划,以及库存入库、刀具发放、刀具预调、准备和配送 AGV,刀具的现场管理、刀具的刃磨、寿命管理、TPM 管理和刀具的回收管理,建立整个刀具智能化寿命周期管理^[5],是未来数控刀具智能化管理的发展方向。

[参考文献]

- [1]辛鹏.数控机床刀具柜智能化管理创新设计[J].机电信息,2023(7):43-45.
- [2]申翔宇.碳纤维壁板结构倒角边数控铣削刀具试验[J].现代制造技术与装备,2024,60(12):186-188.
- [3]王宏涛.五轴数控机床加工芳纶纸蜂窝薄层区域的工艺改进分析[J].中国机械,2024(36):61-64.
- [4]孔庆涛.面向中小企业的数控刀具选择及管理系统研究与开发[D].天津:天津大学,2012.
- [5]刘欣.复合材料切削刀具智能管理系统的开发与应用[D].辽宁:大连理工大学,2022.

作者简介:吴涛(1994.7—),男,专业:复合材料数控加工,职称:工程师,籍贯:北京。